

U.S.P. 032029 20
03464-US

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2003年 4月15日

出 願 番 号
Application Number:

特願2003-110225

[ST.10/C]:

[JP2003-110225]

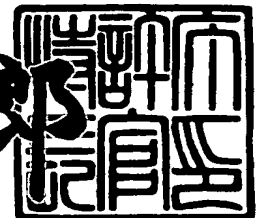
出 願 人
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2003年 5月23日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3038715

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP022391

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/302
H01L 21/3065

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 高 明輝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 榎本 隆

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 伊藤 弘治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 北村 彰規

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099944

【弁理士】

【氏名又は名称】 高山 宏志

【電話番号】 045-477-3234

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062617

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9606708

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマエッチング方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う有機反射防止層と、この有機反射防止層を覆う開口パターンが形成された A r F フォトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、

この処理容器内に S i を含む物質を有するエッチングガスを導入する工程と、このエッチングガスをプラズマ化し、前記 A r F フォトレジスト層の開口パターンを通して有機反射防止層をエッチングする工程とを備えることを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項 2】 前記 S i を含む物質は S i F ₄ であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項 3】 前記エッチングガスは C H F ₃ を有することを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項 4】 前記エッチングガスは H B r を有することを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項 5】 前記エッチングガスは H e を有することを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項 6】 前記エッチングガスは H ₂ を有することを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマエッチング方法。

【請求項 7】 前記有機反射防止層をエッチングする工程の後に、さらに、前記 A r F フォトレジスト層の開口パターンを通して前記エッチング対象層をプラズマエッチングする工程を備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のプラズマエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造過程において実施されるプラズマエッチングを行うプラズマエッチング方法に関し、特に、マスク層である A r F フォトレジスト

の形状を維持しながらプラズマエッチングを行う方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

エッチング対象層をプラズマエッチングする際にはフォトリジスト層等のマスク層の開口パターンを通して行われる。最近では微細加工の要請に応じて約0.13 μm 以下の開口パターンを形成するのに適したArFフォトリジスト層、すなわち、ArFガスを発光源としたレーザー光で露光するフォトリジスト層がマスク層として使用されている。

【0003】

しかし、フォトリジスト層を直接エッチング対象層に被覆すると、その後の露光・現像工程で形成される開口パターンが設計当初のものからずれてしまうことがあるので、このずれを防止するためにエッチング対象層に反射防止層と呼ばれる薄い層を介してフォトリジスト層を被覆している。したがって、反射防止層が被覆されたエッチング対象層をエッチングする場合には、まず反射防止層をエッチングしなければならない。従来、反射防止層をエッチングするエッチングガスとしては、例えば CF_4 と O_2 の混合ガスが使用されていた（特許文献1）。

【0004】

【特許文献1】

特開平7-307328号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ArFフォトリジスト層は耐プラズマ性が低いため、 CF_4 と O_2 の混合ガスを用いてArFフォトリジスト層をマスク層とした反射防止層のエッチングを行うと、ArFフォトリジスト層の表面が荒れたり、ArFフォトリジスト層の内部に縦筋が入るといった問題がある。このようなArFフォトリジスト層の表面荒れや縦筋入りをなるべく起こさないように、反射防止層のエッチングを穏やかに行っても、その後のエッチング対象層のエッチングでArFフォトリジスト層の表面荒れや縦筋入りは起きてしまう。ArFフォトリジスト層の表面荒れや縦筋入りは、開口パターンの形状を変化させ、その結果、設計した開

口形状のエッチング孔やエッチング溝が形成できなくなってしまう不都合が生じる。また、反射防止層やエッチング対象層のエッチング途中で、A r F フォトレジスト層がなくなる箇所ができ、本来エッチングしたくない箇所もエッチングされてしまうという不都合もある。

【 0 0 0 6 】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、反射防止層をエッチングする際、または反射防止層およびエッチング対象層をエッチングする際に、A r F フォトレジスト層の耐プラズマ性を高く維持することができるプラズマエッチング方法を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は、エッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う有機反射防止層と、この有機反射防止層を覆う開口パターンが形成されたA r F フォトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、この処理容器内にS i を含む物質を有するエッチングガスを導入する工程と、このエッチングガスをプラズマ化し、前記A r F フォトレジスト層の開口パターンを通して有機反射防止層をエッチングする工程とを備えることを特徴とするプラズマエッチング方法を提供する。

【 0 0 0 8 】

S i を含む物質を有するエッチングガスで、A r F フォトレジスト層の開口パターンを通して有機反射防止層をプラズマエッチングすることにより、有機反射防止層のエッチングをしながら、同時にA r F フォトレジスト層の耐プラズマ性を向上させることができる。したがって、有機反射防止層をエッチングする際に表面荒れや縦筋入りが入ることなく、A r F フォトレジスト層の耐プラズマ性を高く維持することができる。

【 0 0 0 9 】

有機反射防止層をエッチングする際にA r F フォトレジスト層の耐プラズマ性が向上するのは、S i を含む物質を有するエッチングガスで有機反射防止層のエッチング中に、A r F フォトレジスト層の表面にS i を含む薄い硬化層が形成さ

れるためと考えられる。

【0010】

Siを含む物質としてはSiF₄が好ましい。有機反射防止層のエッチング速度が大きいからである。

【0011】

エッチングガス中にはCHF₃、HBr、HeまたはH₂を有することができる。H₂を有する場合には、ArFフォトレジスト層の表面のC=O結合が化学的により強固なC-C結合またはC=C結合に変換するため、前述したArFフォトレジスト層表面へのSiを含む薄い硬化層の形成と相まって耐プラズマ性向上効果が著しい。

【0012】

また、この有機反射防止層をエッチングする工程の後に、さらに、ArFフォトレジスト層の開口パターンを通してエッチング対象層をプラズマエッチングする工程を実施する場合には、有機反射防止層をエッチングする工程でArFフォトレジスト層の耐プラズマ性が向上したので、ArFフォトレジスト層の表面荒れや縦筋入りをほぼ抑えた状態でエッチング対象層をプラズマエッチングすることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明が実施されるプラズマエッチング装置1を示す断面図である。処理容器2は金属、例えば、表面が酸化処理されたアルミニウムにより形成されていて、保安接地されている。処理容器2内の底部には絶縁体3を介して、平行平板電極の下部電極として機能するサセプタ5が設けられている。このサセプタ5には、ハイパスフィルタ(HPF)6が接続されており、さらに、整合器51を介して第2の高周波電源50が接続されている。サセプタ5の上には静電チャック11が設けられ、その上には半導体ウエハ等の被処理体Wが載置されている。

【0014】

被処理体Wは、 SiO_2 層等のエッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う有機反射防止層と、この有機反射防止層を覆う開口パターンが形成されたArFフォトリソ層とを有する。

【0015】

ArFフォトリソとしては、脂環族含有アクリル樹脂、シクロオレフィン樹脂、シクロオレフィン-無水マレイン酸樹脂、メタクリル酸樹脂等を使用することができる。

【0016】

また、有機反射防止層としては、高分子材料等を適用することができる。さらに、エッチング対象層は、上記 SiO_2 等のシリコン酸化物に限るものではなく、シリコン窒化物、シリコン炭化物等の他のシリコン化合物、単結晶シリコン、多結晶シリコン、有機材料、有機-無機ハイブリッド材料、金属、金属化合物等が適用可能である。

【0017】

静電チャック11は、絶縁体間に電極12が介在された構成をしており、電極12に接続された直流電源13から直流電圧を印加することにより、被処理体Wを静電吸着する。そして、被処理体Wを囲むようにアルミナ、シリコンや SiO_2 等からなるフォーカスリング15が配置されていて、エッチングの均一性を向上させている。

【0018】

また、サセプタ5の上方には、サセプタ5と対向するようにシリコン、 SiO_2 やアモルファスカーボン等からなるシャワーヘッド状の上部電極板24が支持体25に支持されて設けられている。上部電極板24と支持体25でサセプタ5に対向する平行平板電極の上部電極21を構成している。上部電極21には、ローパスフィルター42が接続されており、さらに整合器41を介して第1の高周波電源40が接続されている。

【0019】

上部電極21の上面の中央にはガス導入口26が設けられ、このガス導入口26には、ガス供給管27が接続されており、このガス供給管27には、ガス導入

口26側から順に、バルブ28、マスフローコントローラ29、エッチングガス供給源30が接続されている。このエッチングガス供給源30からは、例えば SiF_4 、 CHF_3 、 HBr 、 He 、 H_2 、 CF_4 、 C_4F_6 、 O_2 、 Ar 等のエッチングガスが供給される。

【0020】

一方、処理容器2の底部には排気管31が接続されており、この排気管31には排気装置35が接続されている。また、処理容器2の側壁にはゲートバルブ32があり、被処理体Wが、隣接するロードロック室（図示せず）との間で搬送されるようになっている。

【0021】

次に、図2のような、 SiO_2 層61と、これを覆う有機反射防止層63と、この有機反射防止層63を覆う開口パターンが形成された ArF フォトリソ層65を有する被処理体Wについて、上記プラズマエッチング装置を用いて、 ArF フォトリソ層65の開口パターンを通して、最初に有機反射防止層63をプラズマエッチングし、次いで SiO_2 層61をプラズマエッチングする工程について説明する。

【0022】

まず、ゲートバルブ32を開放して、被処理体Wを処理容器2内に搬入し、静電チャック11上に配置する。次いで、ゲートバルブ32を閉じ、排気装置35によって処理容器2内を減圧した後、バルブ28を開放し、エッチングガス供給源30から、 SiF_4 を含むエッチングガスを供給し処理容器2内の圧力を所定の値とする。エッチングガスには SiF_4 の他に CHF_3 、 HBr 、 He または H_2 を含んでもよく、例えば SiF_4 と H_2 を用いる。

【0023】

この状態で第1、第2の高周波電源40、50から高周波電力を供給してエッチングガスをプラズマ化し、 ArF フォトリソ層65の開口パターンを通して有機反射防止層63をエッチングする。一方、第1、第2の高周波電源40、50から高周波電力を供給するタイミングの前後に、静電チャック11内の電極12に直流電圧を印加して、被処理体Wを静電チャック11上に静電吸着させる

。所定の時間だけエッチングしたら高周波電力やエッチングガスの供給を停止して有機反射防止層 6 3 のエッチングを終了する。所定の発行強度を終点検出器（図示せず）によって検出し、これに基づいてエッチング工程を終了してもよい。

【0024】

次いで、同一処理容器内または別の処理容器内で、有機反射防止層 6 3 のエッチングと同様な手順で Ar F フォトレジスト層の開口パターンを通して Si O₂ 層 6 1 をプラズマエッチングする。このときのエッチングガスとしては、例えば C₄ F₆ と O₂ と Ar 等を使用することができる。

【0025】

このように、Ar F フォトレジスト層 6 5 の開口パターンを通して有機反射防止膜 6 3 をプラズマエッチングする際に、Si を含むガスである Si F₄ ガスを用いるので、エッチング中に Ar F フォトレジスト層の表面に Si を含む薄い硬化層が形成され、Ar F フォトレジスト層 6 5 の耐プラズマ性を向上させることができる。したがって、有機反射防止層 6 3 をエッチングする際に表面荒れや縦筋入りが入ることなく、Ar F フォトレジスト層 6 5 の耐プラズマ性を高く維持することができる。

【0026】

またこのようにして有機反射防止層 6 3 をエッチングした後に、Ar F フォトレジスト層 6 5 の開口パターンを通してエッチング対象層である Si O₂ 層 6 1 を実施するので、有機反射防止層 6 3 をエッチングした際に耐プラズマ性が向上した Ar F フォトレジスト層は、エッチング対象である Si O₂ 層 6 1 のプラズマエッチングにおいてもプラズマ耐性が高く維持され、Ar F フォトレジスト層の表面荒れや縦筋入りを生じさせずプラズマエッチングすることができる。

【0027】

なお、上記実施形態では、Si を含む物質として Si F₄ ガスを用いたが、これに限らず、他の Si を含む物質であってもよい。

【0028】

【実施例】

以下、本発明の実施例について比較例と比較しつつ説明する。

ここではSiを含む物質を有する様々なエッチングガスを用いた有機反射防止層63のエッチング（実施例1～7）と、Siを含む物質を有しないエッチングガスを用いた有機反射防止層63のエッチング（比較例1，2）を行った。

【0029】

各実施例および比較例での第1の高周波電源、第2の高周波電源の周波数はそれぞれ60MHz、13.56MHzとした。また、以下の条件での各実施例および比較例での有機反射防止層63のエッチングの後に、後述するエッチング条件の下でSiO₂層61のプラズマエッチングを行った。

【0030】

[有機反射防止層63のエッチング]

（実施例1）

処理容器内圧力：0.67Pa（5mTorr）

第1の高周波電源からの高周波電力：300W

第2の高周波電源からの高周波電力：60W

エッチングガスおよびその流量：

SiF₄を0.08L/min（80sccm）

【0031】

（実施例2）

処理容器内圧力：6.7Pa（50mTorr）

第1の高周波電源からの高周波電力：700W

第2の高周波電源からの高周波電力：100W

エッチングガスおよびその流量：

SiF₄を0.1L/min（100sccm）

【0032】

（実施例3）

処理容器内圧力：0.67Pa（5mTorr）

第1の高周波電源からの高周波電力：300W

第2の高周波電源からの高周波電力：60W

エッチングガスおよびその流量：

SiF_4 を 0.04 L/min (40 sccm)

CHF_3 を 0.04 L/min (40 sccm)

【0033】

(実施例4)

処理容器内圧力：0.67 Pa (5 mTorr)

第1の高周波電源からの高周波電力：300 W

第2の高周波電源からの高周波電力：60 W

エッチングガスおよびその流量：

SiF_4 を 0.04 L/min (40 sccm)

HBr を 0.04 L/min (40 sccm)

【0034】

(実施例5)

処理容器内圧力：0.67 Pa (5 mTorr)

第1の高周波電源からの高周波電力：300 W

第2の高周波電源からの高周波電力：60 W

エッチングガスおよびその流量：

SiF_4 を 0.04 L/min (40 sccm)

He を 0.04 L/min (40 sccm)

【0035】

(実施例6)

処理容器内圧力：0.67 Pa (5 mTorr)

第1の高周波電源からの高周波電力：300 W

第2の高周波電源からの高周波電力：60 W

エッチングガスおよびその流量：

SiF_4 を 0.04 L/min (40 sccm)

HBr を 0.02 L/min (20 sccm)

He を 0.02 L/min (20 sccm)

【0036】

(実施例7)

処理容器内圧力：6.7 Pa (50 mTorr)

第1の高周波電源からの高周波電力：1000 W

第2の高周波電源からの高周波電力：100 W

エッチングガスおよびその流量：

SiF_4 を 0.03 L/min (30 sccm)

H_2 を 0.02 L/min (20 sccm)

【0037】

(比較例1)

処理容器内圧力：0.93 Pa (7 mTorr)

第1の高周波電源からの高周波電力：100 W

第2の高周波電源からの高周波電力：250 W

エッチングガスおよびその流量：

CF_4 を 0.072 L/min (72 sccm)

CHF_3 を 0.026 L/min (26 sccm)

O_2 を 0.006 L/min (6 sccm)

【0038】

(比較例2)

処理容器内圧力：6.7 Pa (50 mTorr)

第1の高周波電源からの高周波電力：1000 W

第2の高周波電源からの高周波電力：100 W

エッチングガスおよびその流量：

CF_4 を 0.1 L/min (100 sccm)

【0039】

[SiO_2 層61のエッチング]

(実施例1、3～6および比較例1)

処理容器内圧力：16 Pa (120 mTorr)

第1の高周波電源からの高周波電力：550 W

第2の高周波電源からの高周波電力：350 W

エッチングガスおよびその流量：

CF_4 を 0.1 L/min (100 sccm)

CHF_3 を 0.06 L/min (60 sccm)

【0040】

(実施例 2、7 および比較例 2)

処理容器内圧力：2.7 Pa (20 mTorr)

第 1 の高周波電源からの高周波電力：1800 W

第 2 の高周波電源からの高周波電力：1150 W

エッチングガスおよびその流量：

C_4F_6 を 0.025 L/min (25 sccm)

O_2 を 0.026 L/min (26 sccm)

Ar を 0.7 L/min (700 sccm)

【0041】

以上のように SiO_2 層 61 のエッチングを行った後、電子顕微鏡写真で各実施例および比較例の被処理体 W のエッチング箇所の断面形状を観察した。その結果、実施例 1～7 ではいずれも ArF フォトリソ層 65 の表面荒れや縦筋入りはほとんど見られなかったが、比較例 1、2 ではいずれも ArF フォトリソ層 65 の表面荒れや縦筋入りが見られた。

【0042】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、Si を含む物質を有するエッチングガスで、ArF フォトリソ層の開口パターンを通して有機反射防止層をプラズマエッチングすることにより、有機反射防止層のエッチングをしながら、同時に ArF フォトリソ層の耐プラズマ性を向上させることができる。したがって、有機反射防止層をエッチングする際に表面荒れや縦筋入りが生じることなく、ArF フォトリソ層の耐プラズマ性を高く維持することができる。また、このように ArF フォトリソ層の耐プラズマ性が向上していることから、その後のエッチング対象層のプラズマエッチングに際しても、ArF フォトリソ層のプラズマ耐性が高く維持され、ArF フォトリソ層の表面荒れや縦筋入りを生じさせずエッチング対象層をプラズマエッチングすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明が適用できるプラズマエッチング装置の概略断面図。

【図 2】

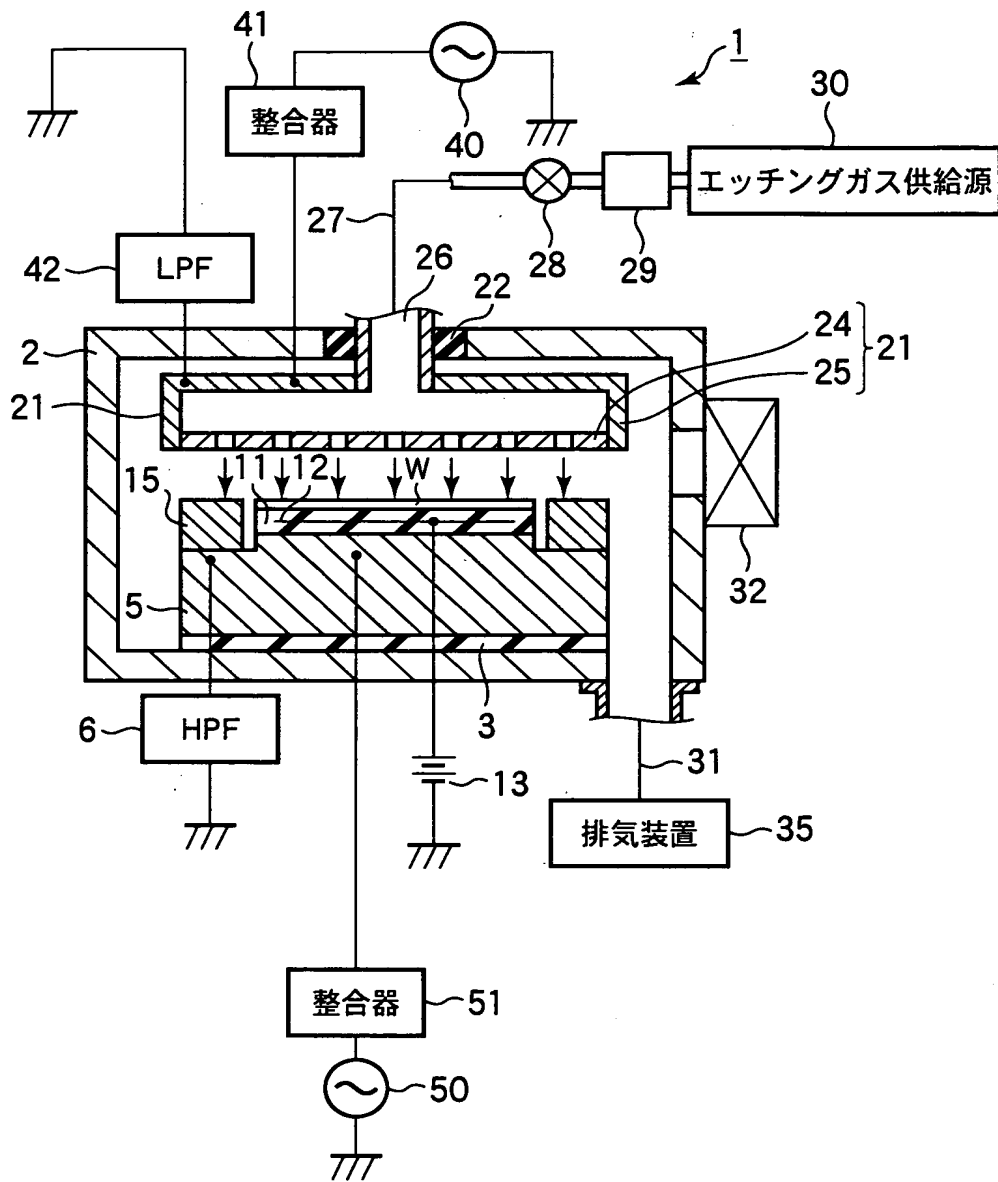
本発明の一実施形態を実施する際における被処理体の状態を模式的に示す断面図。

【符号の説明】

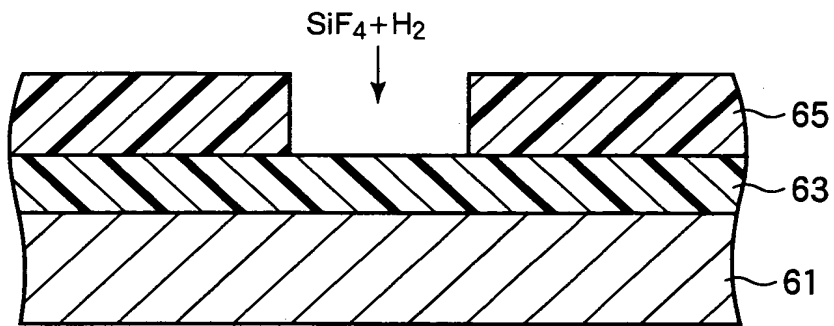
- 1 : プラズマエッチング装置
- 5 ; サセプタ
- 2 1 ; 上部電極
- 3 0 ; エッチングガス供給源
- 4 0 , 5 0 ; 高周波電源
- 6 1 ; SiO_2 層 (エッチング対象層)
- 6 3 ; 有機反射防止層
- 6 5 ; ArF フォトレジスト層 (マスク層)
- W : 被処理体

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 反射防止層をエッチングする際、または反射防止層およびエッチング対象層をエッチングする際に、A r F フォトレジスト層の耐プラズマ性を高く維持することができるプラズマエッチング方法を提供すること。

【解決手段】 エッチング対象層 6 1 と、このエッチング対象層を覆う有機反射防止層 6 3 と、有機反射防止層 6 3 を覆う開口パターンが形成された A r F フォトレジスト層 6 5 とを有する被処理体 W を処理容器内に配置する工程と、この処理容器内に S i を含む物質を有するエッチングガスを導入する工程と、このエッチングガスをプラズマ化し、A r F フォトレジスト層 6 5 の開口パターンを通して有機反射防止層 6 3 をエッチングする工程とを備える。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-110225
受付番号	50300621833
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 4月16日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 4月15日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	2003年 4月 2日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂五丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社